

Implementación de un nuevo algoritmo de identificación de fuentes estelares en el código SACAMAN

D. C. Merlo¹ & S. Gurovich^{1,2}

(1) *Observatorio Astronómico (UNC)*

(2) *IATE (CONICET)*

Resumen. Se presenta una versión mejorada del módulo de identificación de fuentes estelares en el código cuasi-automático SACAMAN, el cual permite obtener magnitudes YZJHKs-VVV para un conjunto de objetos de interés. El procedimiento utiliza un algoritmo de proximidad, insumiendo un tiempo de procesamiento $\simeq 70$ veces menor que el método de aproximaciones y conteos sucesivos de la versión anterior. Este código está siendo utilizado en el estudio de variabilidad de estrellas de carbono pertenecientes al bulbo galáctico.

Abstract. An improved version of the identification stellar sources module in the quasi-automatic SACAMAN code is presented, which allows to obtain YZJHKs-VVV magnitudes for a set of predefined objects. The procedure uses a proximity algorithm $\simeq 70$ less time-consuming than the previous method of successive and counting approximation. This code is being applied to the study of variability of carbon stars belonging to the Galactic Bulge.

1. Introducción

Las estrellas de carbono (CSs) son estrellas gigantes frías evolucionadas que presentan material circunestelar en forma de *shells*, granularidad amorfa, discos o nubes. Uno de sus fenómenos característicos es la variabilidad y el análisis de la misma permite explicar las propiedades físicas y los procesos que tienen lugar en sus atmósferas, como así también determinar su estado evolutivo (Alksne et al. 1991).

El relevamiento VVV provee una excelente oportunidad para llevar adelante estudios precisos de variabilidad, ya que nos brinda fotometría infrarroja profunda y multi-épocas que permiten construir curvas de luz de alta calidad (Merlo 2015, 2016a,b). Debido a la gran cantidad de datos que el mismo brinda, elaboramos un código que permite obtener para tal fin las magnitudes YZJHKs de cada objeto de interés.

2. Procedimiento

En la Figura 1 se muestra el procedimiento general del código. El mismo consta de tres módulos: *Descarga – Identificación – Tabulación* (Merlo 2016a).

El procedimiento se inicia introduciendo en un *script* genérico el código numérico que permite la descarga de los catálogos, previamente gestionado en la plataforma CASU, el *tile* de trabajo y las coordenadas de catálogo de la fuente de

interès. Posteriormente se lo ejecuta en consola y automàticament lleva a cabo cada uno de los mòdulos para lo cual requiere conectividad Internet permanente. Las corridas del còdigo fueron realizadas en grupos de 8 a 10 fuentes, debido a imprevisibles cortes de la conexiòn a Internet.

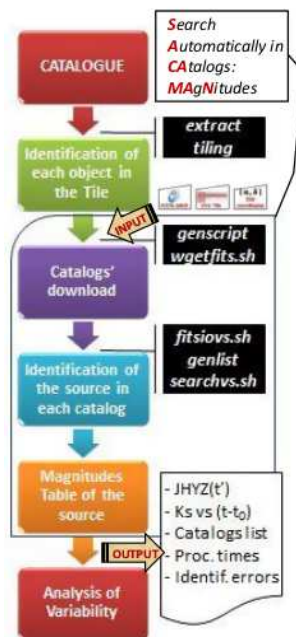


Figura 1. Diagrama de flujo del còdigo. En los rectàngulos negros se indican los programas usados en cada etapa (*scripts.sh* y còdigos *Fortran*). Ver detalles en Merlo (2016a).

2.1. Catàlogos

Los catàlogos fotomètrics utilizados fueron obtenidos a partir de las imàgenes VVV ya procesadas puestas a disponibilidad del grupo colaborador por CASU (*Cambridge Astronomical Survey Unit*). Las mismas contienen las posiciones, los flujos y algunas mediciones de forma obtenidas con diferentes aperturas, que incluye la clasificaciòn morfològica màs probable.

Cada unidad de observaciòn que brinda el telescopio VISTA, de cuatro metros de diàmetro, se denomina “*tile*”, y consiste de 6 campos individuales de calado denominados “*stacks*” (ligeramente desplazados), cada uno de èstos a su vez conformados por las 16 imàgenes obtenidas en cada uno de los CCDs del instrumento, convenientemente superpuestos para producir la imagen final.

Toda la fotometria para este trabajo està basada en los catàlogos *pawprint stack* CASU 1.3. Estos fueron elegidos en vez de los catàlogos *tiles* màs profundos ya que, en estos ùltimos, se han realizado correcciones fotomètricas a travès del *CASU Vista Data Flow System* con el objetivo de aplanar diferencias espaciales que pudieran aparecer en cada uno de los detectores. Estas correcciones se han determinado para degradar aleatoriamente la precisiòn fotomètrica de algunas fuentes puntuales (Irwin 2011).

La ventaja del uso de los catálogos *stacks* radica en el hecho de disponer de mayor cantidad (6x) de datos fotométricos (èpocas) para la fuente de interès, lo cual redunda en una mejor calidad de las curvas de luz construidas a partir de ellas.

2.2. Versiones

Se han desarrollado una familia de versiones, las cuales se diferencian principalmente en el algoritmo de búsqueda de fuentes como así también en el tipo de archivos de catálogo utilizado.

Las versiones 1.x utilizan el procedimiento de búsqueda por aproximaciones sucesivas, en el cual se va restringiendo el campo alrededor de la coordenada de catálogo y contando las fuentes incluidas, deteniéndose el proceso cuando no se encuentra ninguna fuente (ver Fig. 2a).

En cambio las versiones 2.x hacen uso de un procedimiento de minimización de distancia a las coordenadas de catálogo. En el mismo se identifican las fuentes estelares halladas en un campo centrado en dichas coordenadas y se calculan las distancias angulares respectivas a ellas, seleccionándose aquella fuente que disponga del menor valor (ver Fig. 2b).

A su vez, las versiones x.0 utilizan los catálogos provenientes de las baldosas o *tiles* (Merlo 2016a), mientras que las versiones x.5 los catálogos *stacks* (Merlo 2016b).

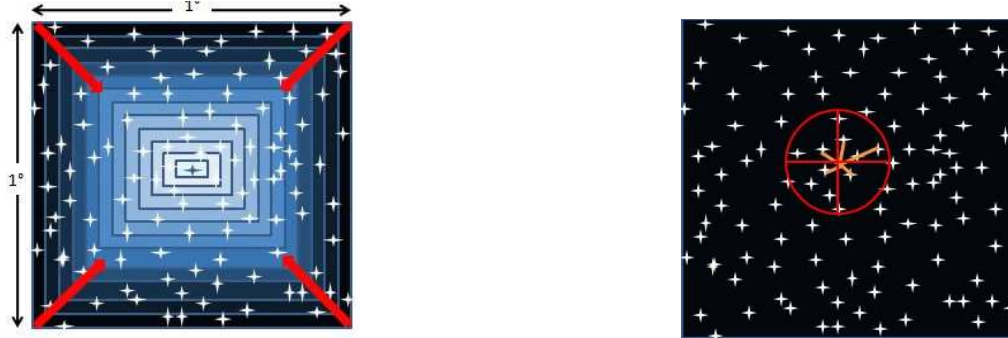


Figura 2. *a* (Izquierda): Descripción esquemática del procedimiento de aproximaciones y conteos sucesivos.
b (Derecha): Procedimiento actual de mínima distancia.

3. Resultados

En relación a los tiempos de procesamiento, y a modo de ejemplo, en un campo con 396 catálogos *stacks*, el nuevo proceso de identificación (versión 2.5) insumió 7^m ($\simeq 1$ seg/cat), mientras que en otro campo, con 77 catálogos *tiles*, el anterior proceso de identificación (versión 1.0) necesitó $1,5^h$ ($\simeq 70$ seg/cat).

Los gráficos de la Fig. 3 muestran, en trazo continuo, los nuevos valores (**s2**) de las magnitudes Ks de las CS halladas, comparados con las versiones anteriores 1.0 y 1.5 (s). Las estrellas pertenecen a los *tiles* del bulbo galàctico b221 y b223.

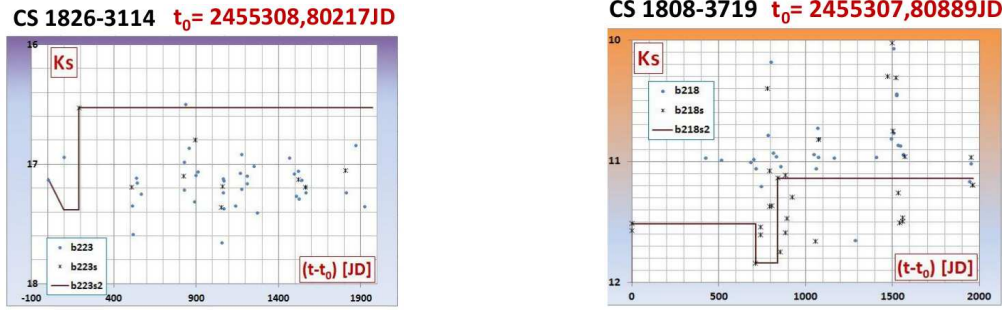


Figura 3. *a* (Izquierda): Variabilidad Ks de la estrella CS 1826-3114.
b (Derecha): Variabilidad Ks de la estrella CS 1808-3719.

4. Conclusiones

Los tiempos de procesamiento obtenidos disminuyeron significativamente, lográndose además optimizar el proceso de detección e identificación eliminando muchos falsos positivos.

5. Perspectivas futuras

Este código se encuentra en etapa de depuración y ampliación, las cuales una vez implementadas el mismo será puesto a disposición de toda la comunidad interesada en utilizarlo.

Recientemente se ha finalizado el procedimiento de descarga y obtención de las magnitudes YZJHKs-VVV de todas las estrellas de carbono pertenecientes al bulbo de la Vía Láctea, por lo que se ha iniciado el proceso de análisis de variabilidad. Una vez finalizado, se llevará adelante un procedimiento similar con las CSs pertenecientes a la zona del disco galáctico cubierto por el relevamiento VVV.

Cabe destacar, finalmente, que este relevamiento tendrá próximamente una extensión denominada VVV-X, el cual ampliará un poco más la zona cubierta por el VVV. Por ello tenemos previsto continuar nuestro estudio utilizando los nuevos y valiosos catálogos que surgirán del mismo.

Referencias

- Alksne, Z. et al., 1991, “Properties of Galactic Carbon Stars”, Orbit Book Co.
- Alksnis, A. et al., 2001, Balt.A., 10, 1.
- Irwin, M.J., 2011, comunicación privada.
- Merlo, D., 2015, BAAA, 57, 111.
- Merlo, D., 2016a, 7VVV Workshop, 29-1/03, Antofagasta, Chile. [Link](#)
- Merlo, D., 2016b, FoF2016, 29-1/04, Córdoba, Argentina. [Link](#)
- Saito, R. et al., 2012, A&A, 544, A147.